

**SIMULASI KESEIMBANGAN PERTUKARAN
KATION Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , dan Ca^{2+} DALAM
RESIN PENUKAR KATION DOWEX 50W-X8**

*Simulation of Ion Exchange Equilibria
for Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , and Ca^{2+} Cations in the
Dowex 50W-X8 Cation-Exchanger Resin*

Ramang¹, Sugiharto² dan Mudjiran²

*Program Studi Ilmu Kimia
Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada*

ABSTRACT

Ion exchange equilibria for Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , and Ca^{2+} cations in cation exchanger resin Dowex 50W-X8 have been studied by varying the concentration of hydrochloric acid as solvent, volume and concentration of the solution. The effect of other ions on analyte was observed by determining the distribution coefficient of the corresponding ions by which the separable ions might be predicted.

The result of the study indicated that the increase in concentration of hydrochloric acid solvent decreased the distribution coefficient of ion and the effect was more pronounce to ions having +2 charge than those bearing +1 charge. Volume and concentration of the solution also affected other ions. Addition of Ca^{2+} ion 5 times higher than the concentration of the reference ion in the solution, decreased the distribution coefficient of reference Na^+ ion from 210 to 18, and of Mg^{2+} reference ion from 495 to 79, respectively. The separation factor might be adjusted by varying the concentration of the solvent, volume and concentration of the solution by adding another ion which had similar properties to that of the analyte in the sample. Therefore, it was considered to be unexact to determine the distribution coefficient of each ion individually from the standard solution used as reference for separation.

Keywords: *equilibria, cation exchange, distribution coefficient, separation factor*

1. Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin Ujung Pandang

2. Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

PENGANTAR

Resin pertukaran ion telah digunakan secara luas dalam industri untuk bermacam-macam proses pemisahan. Banyak faktor yang dapat berpengaruh pada proses pertukaran ion. Karena begitu rumitnya masalah ini, maka tidaklah tepat bila hanya ditentukan koefisien distribusi masing-masing ion dari zat standar secara terpisah untuk digunakan sebagai dasar untuk melakukan pemisahan. Dranoff dan Lapidus (1957), Helfferich, serta Pieroni dan Prenoff (1963) dan beberapa peneliti lain pada saat itu menganggap bahwa keseimbangan pertukaran ion bersifat ideal. Mereka mengasumsikan bahwa adanya *counterion* lain dalam sistem tidak mempengaruhi proses pertukaran antara dua partikel ion dengan koefisien selektivitas yang konstan. Allen dkk. (1989) melaporkan bahwa perubahan konsentrasi larutan akan mengubah tetapan keseimbangan, tetapi Mehabilia dkk. (1994) melaporkan bahwa tidak ada perbedaan nyata pada tetapan keseimbangan terhadap bertambahnya konsentrasi larutan. Hal ini mendorong penulis untuk mempelajari bagaimana sebenarnya proses penukaran ion itu berlangsung. Dalam penelitian ini akan ditinjau sifat ketidakidealan pertukaran ion-ion bila ada *counterion* lain dalam larutan yang terlibat dalam pertukaran dua atau lebih ion, demikian juga bila volume dan konsentrasi larutan, serta konsentrasi pelarut yang digunakan sebagai bagian terjadinya pertukaran ion divariasi.

Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini akan dikaji hal-hal berikut.

1. Mempelajari keseimbangan pertukaran ion-ion Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , dan Mg^{2+} dalam resin penukar kation Dowex 50W-X8, berdasarkan distribusi ion-ion dalam kedua fasa, yaitu resin sebagai fasa padat dan larutan sebagai fasa cair.
2. Melihat ada atau tidaknya sifat gangguan ion-ion lain dalam penelitian ini terhadap suatu ion tertentu yang diambil sebagai referensi, dan bila mengganggu sejauh mana gangguannya, serta dengan variasi terhadap konsentrasi pelarut HCl, volume dan konsentrasi larutan yang digunakan.
3. Hasil yang diperoleh, diharapkan dapat diterapkan pada optimisasi pemisahan terutama yang berhubungan dengan ion-ion yang berpengaruh dan merupakan pertimbangan untuk menyusun prosedur pemisahan secara umum.

CARA PENELITIAN

Bahan-bahan kimia yang digunakan: akuabides, HCl, HNO_3 , NaNO_3 , KCl, CaCO_3 , $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, dan resin Dowex W50-X8 100-150 mesh.

Peralatan yang digunakan: gelas ukur 25, 100, dan 250mL, gelas beker 100 dan 250mL, labu erlenmeyer 100 dan 250 mL, pipet volume 1, 2, 5, 10, dan 25mL, labu ukur 25, 50, 100, dan 250mL, corong penyaring, kolom, alat kocok mekanik, perangkat alat spektrofotometer serapan atom dan neraca analitik *digital*.

Cara kerja

1. Pengaruh konsentrasi HCl. Beberapa labu erlenmeyer 100 mL, diisi 1,0gram resin dan ion Na^+ 1,0 mek. (milliekivalen) dalam 50 mL HCl 0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0, dan 4,0M. Hal seperti ini juga dilakukan untuk ion-ion K^+ , Mg^{2+} , dan Ca^{2+} .

2. Pengaruh konsentrasi dan volume larutan. Dalam beberapa labu erlenmeyer 100mL, diisi dengan 1,0 gram resin, ditambahkan larutan standar ion Na^+ 0,02ek./L masing-masing sebanyak: 5;10; 15; 25; 35 dan 50 mL, dengan cara yang sama digunakan konsentrasi 0,05 dan 0,1 ek./L. Dilakukan juga untuk ion-ion K^+ , Mg^{2+} , dan Ca^{2+} .

1. A. Pengaruh ion lain terhadap ion analit. Ion Na^+ diganggu oleh ion-ion K^+ , Mg^{2+} , dan Ca^{2+} . Beberapa labu erlenmeyer 50 mL diisi 1,0 gram resin, masing-masing di tambah 1,0 mek. ion Na^+ , kemudian ditambah ion-ion pengganggu yang bervariasi dari 0,2mek. sampai 5,0mek, lalu ditepatkan volumenya menjadi 25 mL dengan akuabides, disamping itu dibuat juga ion Mg^{2+} sebagai analit

B-C. Sistem 3 dan 4 *counterion*. Dengan cara seperti (3.A), tetapi ion yang ditinjau sifat gangguannya ditambah menjadi 2 dan 3 ion sehingga dalam larutan terdapat 3 dan 4 jenis ion sekaligus. Semua larutan diaduk pada alat kocok selama 2x24 jam, kemudian disaring, selanjutnya dianalisis secara spektrofotometri serapan atom dan dihitung nilai D dan Kd serta faktor pemisahan ion-ion.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rumus-rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah;

$K_d = (\text{mek ion dalam resin} / \text{mek ion dalam larutan}) \times (\text{mL larutan} / \text{gram resin})$

Fraksi dalam resin (Y_{res}) = $(C_{\text{res}}) / \text{kapasitas pertukaran maksimum resin}$

Fraksi dalam larutan (X_{ln}) = (C_{ln})/Konsentrasi larutan

Angka banding distribusi (D) = (C_{res}/C_{ln})

Faktor Pemisahan = Kd_1/Kd_2

Pengaruh konsentrasi pelarut HCl

Dari data pengamatan dihitung nilai D dan Kd masing-masing ion serta faktor pemisahannya yang selanjutnya dibuat rangkuman dalam tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh konsentrasi pelarut HCl

HCl (M)	Kd Na	Kd K	Kd Mg	Kd Ca	K/Na	Mg/Na	Ca/Na	Mg/K	Ca/K	Ca/Mg
0,01	186	214	439	540	1,15	2,36	2,90	2,05	2,52	1,23
0,02	165	192	379	472	1,16	2,29	2,86	1,97	2,46	1,25
0,05	148	175	224	293	1,18	1,51	1,98	1,29	1,68	1,31
0,10	127	150	146	195	1,18	1,15	1,53	0,97	1,30	1,33
0,20	114	136	64	88	1,19	0,56	0,77	0,47	0,65	1,37
0,50	99	119	33	46	1,20	0,33	0,47	0,28	0,39	1,41
1,00	81	100	15	22	1,24	0,19	0,28	0,15	0,22	1,47
4,00	70	88	5	8	1,26	0,07	0,11	0,06	0,09	1,53

Pada konsentrasi HCl 4,0M, nilai Kd ion-ion berurut adalah $K^+ > Na^+ > Ca^{2+} > Mg^{2+}$. Ini menunjukkan bahwa bila dilakukan pemisahan, maka ion K^+ paling kuat terikat pada resin, sedangkan pada konsentrasi HCl yang kecil, yaitu 0,01M, terlihat urutannya adalah ion $Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^+ > Na^+$. Dua ion pertama adalah ion-ion yang bervalensi +2 sedangkan dua ion berikutnya adalah ion-ion yang bervalensi +1. Hal ini menunjukkan bahwa muatan ion sangat besar pengaruhnya untuk terikat pada resin. Dari variasi konsentrasi pelarut HCl, yaitu 0,01M sampai 4,0M terlihat bahwa makin tinggi konsentrasi HCl yang digunakan sebagai pelarut makin kecil nilai Kd semua ion-ion yang dianalisis dan kecenderungan perubahannya makin besar pada ion-ion yang bervalensi +2 dibandingkan dengan yang bervalensi +1, artinya aktivitas ion-ion yang bervalensi +2 sangat menurun pada konsentrasi HCl yang cukup besar, mungkin karena proses pertukaran ion itu melalui beberapa tahapan, di antaranya difusi ion-ion melalui larutan, sedang di sini larutan yang dilewati mengandung ion H^+ yang cukup tinggi konsentrasinya dan bermuatan sama (positip) sehingga ion-ion yang bermuatan sama (positip) dan bermuatan lebih besar (+2) lebih sulit berdifusi melalui larutan dibandingkan dengan ion-ion yang bermuatan lebih kecil (+1). Tetapi, pada konsentrasi HCl yang kecil dimungkinkan semua ion agak bebas berdifusi melalui larutan sehingga ion-ion yang bervalensi lebih besar lebih banyak terikat pada resin daripada yang bervalensi kecil. Bila

ditinjau Faktor pemisahan ion-ion terhadap variasi konsentrasi pelarut HCl, dengan anggapan bahwa pemisahan dapat dilakukan bila faktor pemisahannya lebih besar dari 1,2 atau lebih kecil dari 0,8, maka terlihat bahwa antara ion K^+ dengan ion Na^+ tidak dapat dipisahkan dalam konsentrasi HCl yang lebih kecil dari 0,50M, sedangkan dari 0,50M sampai 4,0M terlihat faktor pemisahan lebih besar dari 1,2, jadi hanya pada kondisi ini dapat dilakukan pemisahan antara kedua ion itu. Bila ditinjau ion-ion yang mempunyai muatan sama besarnya seperti ion-ion Na^+ dengan K^+ dan Mg^{2+} dengan Ca^{2+} terlihat kecenderungan faktor pemisahannya makin naik sejalan dengan makin besarnya konsentrasi HCl yang digunakan, sedangkan untuk pemisahan ion-ion yang berbeda besar muatannya terlihat bahwa kecenderungan faktor pemisahannya makin kecil dengan bertambahnya konsentrasi pelarut HCl. Bila ditinjau ion-ion Mg^{2+} dengan Na^+ dan Mg^{2+} dengan K^+ terlihat bahwa ion-ion itu dapat dipisahkan kecuali pada konsentrasi HCl 0,1M, karena pada konsentrasi 0,1M aktifitas ion-ion itu hampir sama, terutama ion Mg^{2+} dengan ion K^+ . Bila ditinjau konsentrasi HCl 0,2M sampai 4,0M faktor pemisahan ion-ion yang berbeda ukuran muatannya semuanya mempunyai nilai yang lebih kecil dari satu. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi ini ion-ion yang bermuatan +1 lebih banyak terikat oleh resin daripada ion-ion yang bermuatan +2, artinya bila dilakukan pemisahan dalam kolom, maka yang lebih dulu keluar adalah ion-ion yang bermuatan +2 sedangkan pada konsentrasi pelarut HCl yang lebih kecil dari 0,1M ion-ion yang bermuatan +2 lebih kuat tertahan oleh resin daripada ion-ion yang bermuatan +1. Ini juga merupakan suatu pertimbangan bila ingin melakukan pemisahan, misalnya antara ion Mg^{2+} dengan ion Na^+ , bila diinginkan ion Mg^{2+} yang lebih kuat tertahan oleh resin maka digunakan konsentrasi pelarut HCl yang lebih kecil dari 0,05M, sedangkan pada konsentrasi pelarut HCl 0,1M kedua ion ini tidak dapat dipisahkan. Ion Ca^{2+} dengan ion Na^+ dapat dipisahkan pada semua konsentrasi pelarut HCl yang digunakan, hanya pada konsentrasi HCl 0,01M sampai 0,10M ion Ca^{2+} lebih kuat tertahan oleh resin daripada ion Na^+ .

Pada konsentrasi HCl 0,2M sampai 4,0M ion Na^+ lebih kuat tertahan oleh resin.

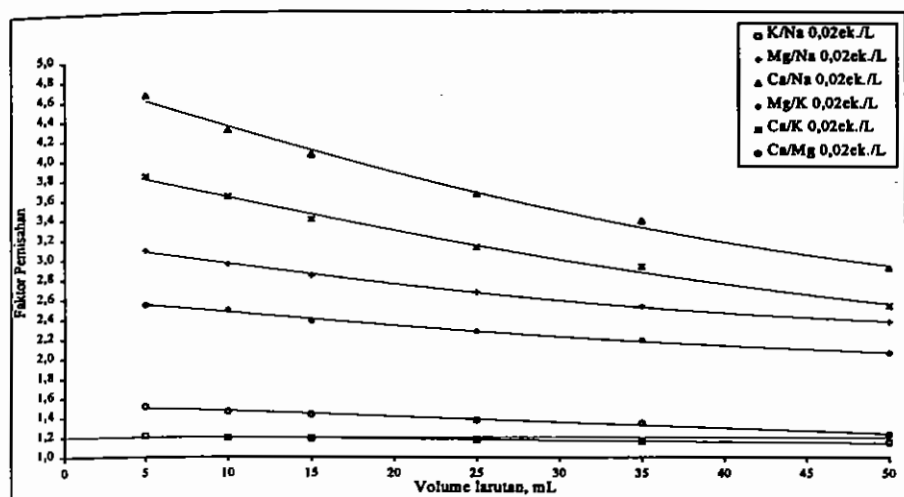
Pengaruh volume dan konsentrasi larutan

Dari hasil perhitungan nilai D, Kd, fraksi ion dalam resin dan larutan masing-masing ion serta faktor pemisahannya dibuat tabel-2.

Tabel 2. Nilai Kd dan Faktor Pemisahan ion-ion terhadap variasi volume dan konsentrasi larutan

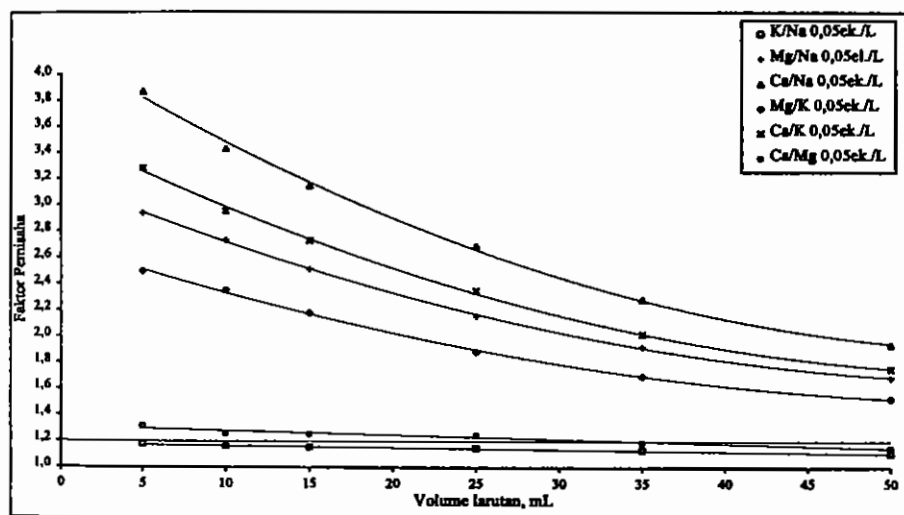
[ek/L]	Kode	mL	Nilai Q	Kd Na	Kd K	Kd Mg	Kd Ca	K/Na	Mg/Na	Ca/Na	Mg/K	Ca/K	Ca/Mg
0,02	P-I-1	5	0,02	317	385	977	1475	1,21	3,08	4,66	2,54	3,83	1,51
	P-I-2	10	0,04	294	348	864	1262	1,19	2,94	4,30	2,48	3,62	1,46
	P-I-3	15	0,06	267	318	754	1078	1,19	2,83	4,04	2,37	3,39	1,43
	P-I-4	25	0,10	239	280	634	870	1,17	2,66	3,65	2,27	3,11	1,37
	P-I-5	35	0,14	213	246	536	719	1,16	2,52	3,38	2,18	2,92	1,34
	P-I-6	50	0,20	186	214	439	540	1,15	2,36	2,90	2,05	2,52	1,23
0,05	P-II-1	5	0,05	243	286	715	940	1,18	2,94	3,87	2,50	3,28	1,32
	P-II-2	10	0,10	227	264	620	779	1,16	2,73	3,43	2,35	2,96	1,26
	P-II-3	15	0,15	206	238	519	650	1,15	2,51	3,15	2,18	2,73	1,25
	P-II-4	25	0,25	175	200	377	470	1,15	2,16	2,69	1,88	2,35	1,25
	P-II-5	35	0,35	143	162	275	327	1,13	1,92	2,28	1,70	2,02	1,19
	P-II-6	50	0,50	117	129	198	227	1,11	1,69	1,94	1,53	1,76	1,15
0,10	P-III-1	5	0,10	168	189	408	501	1,12	2,42	2,98	2,16	2,65	1,23
	P-III-2	10	0,20	153	167	335	411	1,09	2,20	2,70	2,01	2,46	1,23
	P-III-3	15	0,30	131	143	254	311	1,09	1,95	2,38	1,78	2,18	1,22
	P-III-4	25	0,50	103	111	161	195	1,07	1,56	1,89	1,46	1,76	1,21
	P-III-5	35	0,70	75	80	96	114	1,06	1,27	1,51	1,20	1,43	1,19
	P-III-6	50	1,00	58	58	62	69	1,01	1,07	1,20	1,05	1,18	1,12

Bila ditinjau dalam satu kelompok konsentrasi, terlihat bahwa makin besar volume yang digunakan untuk konsentrasi yang sama, makin kecil nilai Kdnya, karena makin besar pembebanan yang diberikan kepada resin, meskipun jumlah ion yang terikat dalam resin makin bertambah, tetapi juga jumlah ion yang tersisa dalam larutan masih tetap besar sehingga fraksi ion yang terikat dalam resin makin kecil sedangkan fraksi ion dalam larutan bertambah besar, akibatnya nilai Kd menjadi kecil. Kecenderungan ini terlihat berlaku untuk semua jenis konsentrasi dan semua ion yang dicoba dalam penelitian ini. Bila ditinjau dari satu jenis ion dengan volume yang sama tetapi konsentrasi berbeda, misalnya yang dibandingkan contoh ion Na^+ pada P-I-6, P-II-6, dan P-III-6 ketiganya mempunyai volume 50 mL tetapi konsentrasinya berbeda, mempunyai nilai Kd yang semakin kecil. Jadi makin besar konsentrasi dengan volume yang sama memberikan nilai Kd yang semakin kecil pula. Pada ion-ion yang bermuatan sama (+1), misalnya Na^+ dan K^+ , terlihat bahwa ion K^+ lebih kuat terikat daripada ion Na^+ , sedangkan untuk ion-ion yang bermuatan +2, dalam hal ini ion-ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} , terlihat ion Ca^{2+} lebih kuat terikat dibandingkan dengan ion Mg^{2+} . Ini menunjukkan bahwa untuk ion-ion yang bermuatan sama, makin besar ukuran ion makin kuat terikat ke dalam resin, khususnya untuk ion-ion yang diteliti di sini, yaitu ion Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , dan Ca^{2+} .



Gambar 1. Faktor pemisahan ion-ion pada konsentrasi 0,02ek./L

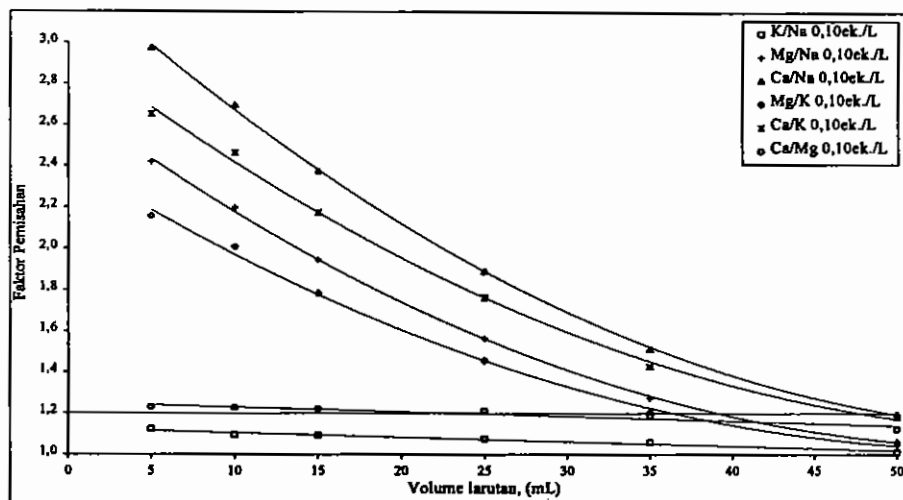
Dari gambar1 terlihat bahwa pada konsentrasi larutan 0,02ek./L, hampir semua ion dapat dipisahkan hingga volume 50 mL, kecuali antara ion Na^+ dengan ion K^+ yang bisa dipisahkan pada volume 5 mL. Pada volume yang lebih besar terlihat faktor pemisahannya lebih kecil dari 1,2 artinya kedua ion ini tidak dapat dipisahkan.



Gambar 2. Faktor pemisahan ion-ion pada konsentrasi 0,05ek./L

Pada konsentrasi 0,05ek./L (gambar 2) terlihat bahwa antara ion Na^+ dan ion K^+ tidak dapat dipisahkan sampai volume 5 mL, demikian juga ion Ca^{2+} dengan ion Mg^{2+} di atas volume 30 mL tidak

dapat dipisahkan, sedangkan ion-ion lain tetap dapat dipisahkan sampai volume 50 mL.

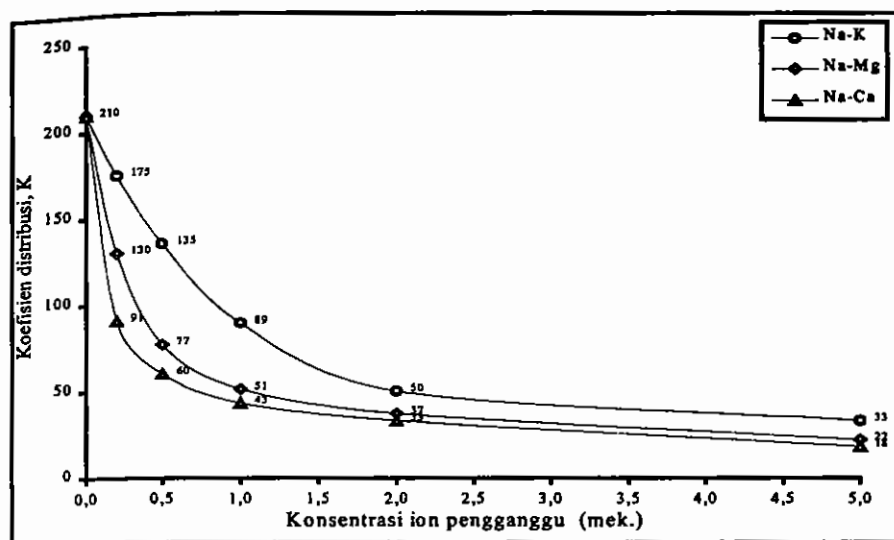


Gambar 3 Faktor pemisahan ion-ion pada konsentrasi 0,10ek./L

Pada konsentrasi 0,10ek./L (gambar 3) terlihat bahwa ion-ion Na^+ dan K^+ tidak dapat dipisahkan sampai volume 5 mL, begitu juga ion-ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} di atas volume 20 mL tidak dapat dipisahkan, ion Mg^{2+} dengan ion K^+ tidak dapat dipisahkan di atas volume 35 mL, begitu juga antara ion Mg^{2+} dengan ion Na^+ tidak dapat dipisahkan di atas volume 40 mL ($Q=0,8$), sedangkan antara ion Ca^{2+} dengan ion Na^+ serta antara ion Ca^{2+} dengan ion K^+ tidak dapat dipisahkan pada volume 50 mL. Jadi pada pembebanan resin maksimum, dari semua ion yang diamati di sini tidak ada yang dapat dipisahkan pada konsentrasi larutan 0,10ek./L. Perlu diperhatikan bahwa perhitungan faktor pemisahan di sini masih berdasarkan nilai koefisien distribusi ion-ion yang dilakukan secara terpisah.

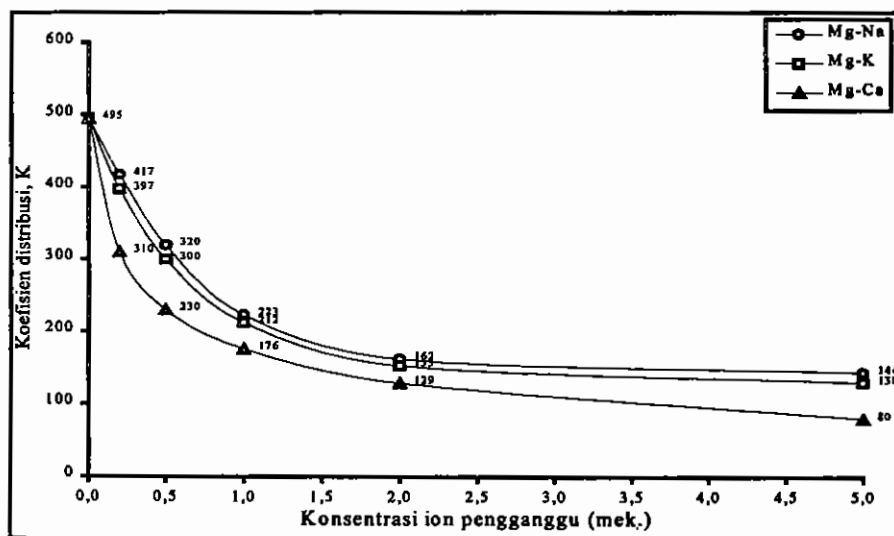
Pengaruh Ion lain terhadap ion analit

Analit ion Na^+ sebanyak 1,0 mek. ditambah ion yang ditinjau sifat gangguannya mulai dari 0,2 sampai 5,0 mek. Hasil perhitungan nilai K_d kemudian dibuat gambar seperti di bawah.



Gambar 4 Kd ion analit Na^+ terhadap konsentrasi ion pengganggu

Bila ditinjau ion Na^+ sebagai analit K_d nya=210, ini digunakan sebagai referensi. Pada pemberian 0,2 mek. ion K^+ terlihat bahwa K_d ion referensi berkurang menjadi 175, berarti penambahan ion K^+ sebanyak 0,2 mek. sudah menurunkan aktivitas ion Na^+ untuk terikat pada resin, kemudian pada penambahan ion K^+ sebanyak 5,0 mek. menyebabkan K_d analit menjadi 31. Pada penambahan ion Mg^{2+} dan Ca^{2+} terlihat bahwa K_d ion Na^+ lebih rendah lagi.



Gambar 5 Kd ion analit Mg^{2+} terhadap konsentrasi ion pengganggu

Demikian pula bila ditinjau K_d ion Mg^{2+} sebagai analit (gambar 5), juga tampak bahwa pengaruh ion Na^+ terhadap ion Mg^{2+} paling kecil disusul oleh ion K^+ dan pengaruh ion Ca^{2+} paling besar, tetapi tidak sebesar pengaruhnya pada ion Na^+ sebagai analit, karena ion analit Mg^{2+} (bermuatan +2) yang merupakan ion yang cukup besar aktivitasnya terhadap resin.

Sistem 3 dan 4 counterion

Hasil perhitungan nilai K_d dan faktor pemisahan masing-masing ion dalam campuran 3 dan 4 counterion tertera pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai K_d dan Faktor Pemisahan ion-ion dalam sistem 3 dan 4 counterion

3 dan 4 counterion		Koefisien distribusi, K_d				Faktor Pemisahan ion-ion					
Kode	Campuran	$K_d Na$	$K_d K$	$K_d Mg$	$K_d Ca$	K/Na	Mg/Na	Ca/Na	Mg/K	Ca/K	Ca/Mg
B-1	Na/K/Mg	37	42	130	-	1,14	3,53	-	3,08	-	-
B-2	Na/K/Ca	36	41	-	136	1,14	-	3,78	-	3,33	-
B-3	Na/Mg/Ca	31	-	95	114	-	3,08	3,68	-	-	1,19
B-4	K/Mg/Ca	-	35	93	112	-	-	-	2,68	3,24	1,21
C	Na/K/Mg/Ca	23	24	61	72	1,04	2,64	3,15	2,54	3,03	1,19

Bila dibandingkan satu campuran dengan campuran lain pada sistem 3 counterion (B1, B-2, B-3, dan B-4), terlihat bahwa ion Na^+ selalu mempunyai nilai K_d yang paling kecil dalam campuran, dan sebaliknya ion Ca^{2+} selalu paling tinggi. Pada sistem 4 counterion, nilai K_d masing-masing ion adalah ion $Na^+ = 23$, ion $K^+ = 24$, ion $Mg^{2+} = 61$, dan ion $Ca^{2+} = 72$. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas ion $Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^+ > Na^+$. Kalau campuran 4 counterion (C) dibandingkan dengan B-1, adanya tambahan ion Ca^{2+} menyebabkan nilai K_d ion-ion turun, yaitu ion Na^+ dari 37 menjadi 23, ion K^+ dari 42 menjadi 24 sedangkan ion Mg^{2+} dari 130 menjadi 61. Begitu pula ion yang lainnya. Jadi adanya tambahan ion dalam suatu campuran menyebabkan nilai K_d masing-masing ion turun, karena bila ada tambahan ion ke dalam larutan, pembebanan pada resin juga bertambah besar dan akibatnya aktivitas masing-masing ion terhadap resin berkurang. Bila ditinjau Faktor pemisahan ion-ion dalam sistem 3 dan 4 counterion, dalam hal ini konsentrasi larutan 0,04ek./L dengan volume 25 mL, pembebanan resin masing-masing ion = 1,0 mek. Bila dibandingkan dengan tabel 2, terlihat bahwa faktor pemisahan Ca/Mg (valensi sama +2), pada (P-II-4) nilainya = 1,25 nilai ini lebih tinggi dari semua Ca/Mg dalam sistem 3 dan 4 counterion, begitu juga untuk K/Na. Jadi adanya tambahan ion dalam

sistem larutan menyebabkan turunnya nilai Faktor pemisahan dua ion yang bermuatan sama. Kemudian ditinjau Faktor pemisahan ion-ion yang berbeda valensinya, misalnya antara Mg/Na nilainya = 2,16. Nilai ini lebih kecil daripada faktor pemisahan Mg/Na dalam sistem 3 dan 4 counterion, begitu juga untuk Mg/K, Ca/Na, dan Ca/K. Adanya tambahan ion lain dalam sistem larutan dapat menyebabkan naiknya nilai faktor pemisahan ion-ion yang berbeda muatan. Hal ini tentunya tidak berlaku umum karena pembebanan resin yang sangat besar menghasilkan koefisien distribusi ion-ion yang diamati hampir sama, baik yang bermuatan +2 maupun yang bermuatan +1.

KESIMPULAN

Makin tinggi konsentrasi pelarut HCl makin kecil nilai Kd semua ion yang dianalisis. Urutan aktivitas ion pada HCl 4,0M adalah $K^+ > Na^+ > Ca^{2+} > Mg^{2+}$, sedang pada HCl 0,01M $Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^+ > Na^+$. Muatan dan ukuran ion berpengaruh pada aktifitas ion terhadap resin. Makin besar pembebanan resin makin kecil nilai Kd. Adanya ion lain menyebabkan aktivitas ion analit turun, terutama untuk ion-ion yang bermuatan besar, seperti ion Ca^{2+} . Urutan pengaruh ion lain terhadap ion analit adalah: $Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^+ > Na^+$ sesuai dengan urutan aktivitasnya. Adanya tambahan ion ke dalam sistem larutan dapat menyebabkan faktor pemisahan ion-ion yang bermuatan sama besarnya, turun, sedangkan yang berbeda naik, sehingga dapat dimanfaatkan mengatur faktor pemisahan. Karena adanya ion lain dalam larutan dapat menggeser faktor pemisahan, maka tidaklah tepat bila ingin melakukan pemisahan hanya dengan menentukan nilai Kd masing-masing ion secara sendiri-sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen R. M. and Addison P. A., 1990, Ion Exchange Equilibria for Ternary Systems from Binary Exchange Data, *Chem. Eng. J.*, 44, 113-118.
- Allen R. M., Addison P. A., and Dechapunya A. H., 1989, The Characterization of Binary and Ternary Ion Exchange Equilibria, *Chem. Eng. J.*, 40, 151-158.
- Dranoff J. S. and Lapidus L., 1957, Equilibrium in Ternary Ion Exchange Systems, *Ind. Eng. Chem.*, 49, 1297-1302.
- Mehablia M. A., Shallcross D. C., and Stevens G. W., 1994, Prediction of Multi-component Ion Exchange Equilibria, *Chem. Eng. Sci.*, 49, 2277-2286.
- Pieroni L. and Dranoff J. S., 1963, Ion Exchange Equilibria in a Ternary System, *AIChE J.*, 9, 42-45.